

Damian Żabicki

Diagnostyka drganiowa stanu łożysk

Nie ma wątpliwości co do tego, że o sprawności maszyn i urządzeń, decyduje przede wszystkim poprawność działania węzłów łożyskowych. Metod ich diagnostyki jest wiele. Jedną z nich stanowi wykrywanie usterek za pomocą pomiaru i analizy drgań.



Na rynku spotyka się wiele metod diagnostyki łożysk, zwykle opracowanych przez producentów sprzętu. Wszystkie te specjalizowane metody (BCU Schenck, Impulsów Uderzeniowych SPM, SEE SKF) wykorzystują pomiar drgań, a różnią się zakresem częstotliwości, konstrukcją przetworników i obróbką zebranych sygnałów czasyowych.

Praktycy mówią nawet, że dzięki diagnostyce drganiowej zyskuje się najdokładniejsze informacje na temat stanu maszyny w porównaniu z innymi metodami diagnostycznymi. Korzyści wynikające z ciągłego monitorowania maszyn i szybkiego wykrywania usterek jest wiele. Przede wszystkim zyskuje się zmniejszenie ryzyka wystąpienia nieplanowanych przestojów. Odpowiednia prewencja w dużej mierze przyczynia się do skuteczniejszego planowania czynności serwisowych, również w aspekcie długoterminowym.

Diagnostykę drganiową stosuje się we wszystkich urządzeniach wirujących: silnikach elektrycznych, turbinach, pompach, wentylatorach, sprężarkach, przekładniach, czy też w wirówkach specjalnych.

Jak powszechnie wiadomo, o niezawodności całego zespołu bądź pojedynczej maszyny często świadczy aktualny stan techniczny jej najsłabszego ogniw. W czasie eksploatacji maszyn łożyska toczne należą do najczęściej wymienianych elementów. Według przeprowadzonych badań na skrócenie żywotności eksploatacyjnej łożysk mają wpływ takie czynniki, jak zbyt ubogie smarowanie, zanieczyszczenia, błędy montażowe i eksploatacyjne (niewyważenie dynamiczne, brak współosiowości), jak również drgania wywołane przez sąsiadujące maszyny i urządzenia. Jednak według tego samego opracowania nawet 37% łożysk tocznych jest demontowanych zbyt wcześnie ze względu na brak rzeczywistej oceny ich stanu. Wraz z rozwojem i upowszechnieniem maszyn w przemyśle pojawił się problem izolacji i redukcji drgań. Na przestrzeni lat wykształciła się szeroko dziś rozpowszechniona metoda pomiaru i analizy drgań oparta na wykorzystaniu akcelerometrów piezoelektrycznych, w których drgania mechaniczne zostają przetworzone na sygnał elektryczny.

W praktyce odpowiednio zebrany i przetworzony sygnał drganiowy jest najszerszym i najpewniejszym nośnikiem informacji o stanie technicznym maszyny.

Metody diagnostyki drganiowej

Popularną metodą, która ma na celu diagnozowanie stanu łożysk, jest wykonywanie okresowych lub ciągłych pomiarów szerokopasmowych poziomów drgań. Podczas pomiarów analizuje się zmiany poziomu drgań w szerokich pasmach częstotliwości: od 0,5, 2 lub 10 Hz do 10 kHz. Pozyskane poziomy drgań węzłów łożyskowych porównywane są z wartościami granicznymi. Pomiaru tego typu powinny być wykonywane na obudo-



Our method of predicting downtime is a bit more scientific.

Even though you might not be able to foresee a machinery problem, you can turn to Timken to uncover it. Our reliability solutions



are designed with a simple purpose: to help your business reduce downtime and unplanned maintenance costs. From handheld instruments to remote monitoring services to premium consulting and route-based services, turn to Timken to get ahead of a problem — before it becomes one.

To find out more about our reliability solutions, visit www.timken.com/conditionmonitoring, or e-mail trs@timken.com.

TIMKEN
Where You Turn

Timken® is the registered trademark of The Timken Company (NYSE: TKN).
© 2008 The Timken Company
www.timken.com

Bearings • Steel • Precision Components • Lubrication • Seals
Remanufacture and Repair • Industrial Services • Maintenance Tools



wach łożysk, na tarczach łożyskowych lub na korpusie maszyny w trzech wzajemnie prostopadłych kierunkach: w płaszczyźnie prostopadłej do osi wału w kierunku poziomym i pionowym oraz wzdłuż osi wału na wysokości osi, możliwie jak najbliżej wału. Zwykle są to wartości RMS parametrów, takich jak prędkość drgań (mm/s), przyspieszenie (m/s^2) lub przemieszczenie (μm).

Podczas pomiaru drgań często bazuje się także na pomiarze współczynnika szczytu. Stanowi on stosunek wartości szczytowej sygnału drganiowego do jego wartości skutecznej w danym przedziale częstotliwości drgań. Bardzo często metoda ta wykorzystuje pomiary przyspieszenia drgań, w których istotną rolę odgrywa zmiana współczynnika szczytu podczas eksploatacji maszyny. Jeżeli współczynnik szczytu wzrasta, to pogarsza się stan łożyska tocznego. Jednak w ostatniej fazie uszkodzenia wartość współczynnika szczytu może zmaleć.

Celem uzyskania szczegółowej informacji o przyczynach i stopniu zaawansowania uszkodzeń maszyny, przeprowadza się analizę częstotliwościową drgań, nazywaną także widmową lub FFT (tzw. Szybka Transformata Fouriera). Metoda ta ma na celu rozkładanie całkowitego sygnału drganiowego na składowe o różnych częstotliwościach. Analizując układ częstotliwościowy tzw. harmonicznych charakterystycznych dla określonych uszkodzeń, wartość amplitudy lub zmiany w czasie, zyskuje się informacje o tych częściach maszyny, które ulegają usterkom.

Kolejna metoda to tzw. analiza obwiedni sygnału. W tym przypadku sygnał drganiowy, który wychodzi z czujnika, jest wstępnie filtrowany, po czym wyznaczane jest widmo powstałej obwiedni sygnału. Powstałe widmo sygnału drganiowego może zawierać składowe o częstotliwości odpowiadającej defektom elementów łożyska.

Metoda SPM

Geneza metody Impulsów Uderzeniowych, tzw. SPM (*Shock Pulse Method*), sięga lat sześćdziesiątych. Opra-



cowana w Szwecji służyła początkowo serwisantom znanego producenta łożysk tocznych SKF, następnie została rozszerzona na ocenę łożysk tocznych innych producentów.

Jako jej zalety wymienia się przede wszystkim szybkie, a zarazem łatwe i pewne przeprowadzenie zgrubnej oceny stanu łożyska tocznego. Wraz z okresem użytkowania łożysk mogą pojawić się uderzenia pomiędzy obciążonym elementem tocznym a bieżnią. Specjalnie wyskalowany przetwornik w sondzie przyrządu pomiarowego ma na celu wykrywanie impulsów uderzeniowych wokół częstotliwości 32 kHz. Wielkość generowanych impulsów przetwarzanych na sygnał elektryczny jest proporcjonalna do energii uderzenia. Ponieważ typowe uszkodzenia łożysk, takie jak kraterki czy pęknięcia bieżni, nigdy nie występują w regularnych odstępach, do pomiarów uwzględniane są rozkłady impulsów uderzeniowych w czasie. Do oceny jakości pracy łożyska rejestrowane są zarówno często występujące impulsy o niskiej energii odpowiedzialne za smarowanie łożyska, jak i rzadko pojawiające się udary o wielokrotnie wyższej energii reprezentujące poziom mechanicznych uszkodzeń bieżni lub elementu tocznego.

TOMASZ NOCULAK, SPECJALISTA DS. DIAGNOSTYKI, ALBEKO



Opisane metody oceny stanu łożysk, takie jak pomiar współczynnika szczytu czy impulsów uderzeniowych (SPM), charakteryzuje stosunkowo szybki i prosty w interpretacji pomiar. Oceniają one jednak tylko faktyczny stan łożyska, nie identyfikując przyczyny pojawiających się nieprawidłowości.

Jedną z podstawowych zalet wynikających z monitorowania stanu maszyn jest identyfikacja przyczyny

uszkodzenia danego łożyska i podjęcie działań prewencyjnych, w przeciwnym razie eksploatacja takiej maszyny będzie prowadzić do częstej wymiany łożysk.

Monitorowanie zmian zachodzących w trakcie eksploatacji maszyn umożliwia prowadzenie strategii remontowej uwarunkowanej stanem dynamicznym, zaniechanie napraw zapobiegawczych uwarunkowanych czasem oraz napraw poawaryjnych.



Ekonomiczny bilans napraw uwarunkowanych stanem dynamicznym węzłów łożyskowych

Koszty związane z inwestycją		Oszczędności
Firma zewnętrzna	We własnym zakresie	
Koszt usługi diagnostycznej	- wybór i koszt urządzeń pomiarowych - przeszkolenie personelu, który będzie wykonywał pomiary - przeszkolenie inżynierów w aspekcie oceny wyników pomiarów - wstępne badania, wybór punktów pomiarowych, ustalenie zakresów	- rzeczywista eliminacja nieoczekiwanych awarii - wydłużenie okresów między naprawami - eliminacja następnych zniszczeń - zmniejszenie magazynu części zamiennych - skrócenie czasu napraw - mniejsze zużycie energii

Stąd też konieczność zastosowania skali logarytmicznej i spotykana nazwa Decybele Impulsów Uderzeniowych. W zależności od czasu pomiaru i obróbki sygnału podawane są dwie uśrednione wartości liczbowe. Najkrótszy czas pomiaru (2 sekundy) wykorzystywany jest zwykle do oceny maszyn o prędkości obrotowej powyżej 600 obr./min (tzw. Technika dBm/dBc), zaś regulowany czas pomiaru (tzw. Technika LR/HR) pozwala obecnie na ocenę łożysk przy prędkości obrotowej minimalnej 8 obr./min.

Pamiętać należy, że na amplitudę impulsu uderzeniowego wpływa przynajmniej kilka czynników. W pierwszej kolejności jest to prędkość toczenia, potem grubość warstwy smarnej oraz stan mechaniczny elementów łożysk tocznych.

Przyrządy do diagnostyki drganiowej

Dostępne na rynku przyrządy, których można użyć do szeroko rozumianej kompleksowej diagnostyki drganiowej, cechują się bogatymi możliwościami pomiaro-



przewiduj awarie wyprzedzaj konkurencję

Profesjonalna diagnostyka maszyn

Analiza przyczyn uszkodzeń • Ograniczenie ilości awarii
Optymalne wykorzystanie czasu na konserwację
Mniejsze zapotrzebowanie na części zamienne
Niższe koszty napraw • Mniejsze zużycie energii

www.albeco.com.pl

Zadzwoń i dowiedz się więcej!

tel.: (61) 653 5300

diagnostyka@albeco.com.pl

ul. Południowa 72, 62-064 Plewiska k/Poznań





KONTROLA ŁOŻYSK METODĄ SPM – JUŻ 50 LAT

Firma AS Instrument Polska jako wyłączny przedstawiciel na rynku polskim szwedzkich firm DAMALINI AB i SPM Instrument AB oferuje przyrządy przenośne i systemy kontroli ciągłej do oceny stanu łożysk tocznych opatentowaną metodą Impulsów uderzeniowych (Shock Pulse Method).



W ofercie także :

- Laserowe systemy Easy-Laser do osiowania maszyn i określania geometrii kształtu
- Podkładki ustawcze ze stali nierdzewnej do osiowania
- Detektory ultradźwiękowe do wykrywania nieszczelności i mierniki naciągu pasa
- Nagrzewnice indukcyjne do montażu łożysk

AS Instrument Polska

ul. Dzielna 21

05-075 Warszawa-Wesoła

Tel. : (22) 773 46 62

Faks : (22) 773 46 68

E-mail : askrz@asinstrument.com.pl

www.asinstrument.com.pl

www.asinstrument.eu



wymi i diagnostycznymi. Urządzenia tego typu łączą funkcje miernika i analizatora drgań, tachometru i wyważarki. Funkcjonalność miernika pozwala na okresowe pomiary sygnałów, które generowane są przez łożyska. Najważniejsza zaleta wynikająca ze stosowania przyrządów tego typu to przede wszystkim możliwość przeprowadzenia diagnostyki bez konieczności demontażu poszczególnych elementów maszyny. Funkcjonalność mierników drgań pozwala także na pomiar temperatury w węźle łożyskowym. Jak wiadomo, wzrost temperatury w tym miejscu może być przyczyną pogorszenia warunków smarowania, a nawet uszkodzenia łożyska.

Dodatkowo przyrządy pozwalają na analizę widmową drgań, dzięki czemu zyskuje się precyzyjne zlokalizowanie źródła drgań lub przyczynę złego stanu maszyny. W diagnostyce maszyn obecnie korzysta się z możliwości bezdotykowej metody pomiaru prędkości obrotowej: optycznej, laserowej lub z użyciem lampy stroboskopowej. Pomiar przeprowadzony jest w szybki i prosty sposób. Komfort i bezpieczeństwo pracy zyskuje się dzięki temu, że pomiar może być przeprowadzony bezstykowo z pewnej odległości.

Uniwersalność analizatorów drgań pozwala również na wykrywanie zjawiska kawitacji, które występuje najczęściej w instalacjach rurociągów. Wczesne wykrycie kawitacji w dużej mierze przyczynia się do zapewnienia ochrony elementom narażonym przed tzw. erozją kawitacyjną. Z pewnością przydatna okaże się również możliwość pomiaru fazy. Najczęściej stosowana jest ona w wykrywaniu ugięcia i nieosiowości wałów. Dostępne na rynku przyrządy przenośne pozwalają również na wyważanie wirników w łożyskach własnych, na obiekcie. Pomocne są w tym celu procedury wyważania jedno- i dwupłaszczyznowego. W sposób automatyczny wyliczane są i podawane wartości kątów oraz masy korekcyjne.

Na rynku dostępne są kompaktowe monitory drgań z pamięcią zdarzeń, które przeznaczone są do ciągłego monitorowania zgodnie z normą ISO 10816. Funkcjonalność tych urządzeń łączy w sobie monitorowanie wibracji, diagnostykę oraz pamięć zdarzeń, dzięki czemu możliwe jest wyznaczenie trendów wartości pomiarowych. W konstrukcji urządzenia przewidziano zintegrowany akcelerator, który odpowiedzialny jest za ciągły pomiar drgania na niewirującej części maszyny zgodnie z normą ISO 10816. Urządzenie oblicza amplitudy częstotliwości badanych obiektów. Wyniki obliczeń są zapisywane w pamięci. Dzięki nastawialnemu interwałowi pomiarowemu długość trendu może być dostosowana do potrzeb użytkownika. Konfigurowanie monitora odbywa się za pomocą bezpłatnego oprogramowania.

Interesujące rozwiązanie przewidziano w analizatorze przenośnym Leonova Infinity firmy SPM Instru-



ment ze Szwecji. W celu uzyskania optymalnego zakresu możliwości funkcjonalnych oraz ceny odpowiednio do potrzeb użytkownicy mogą wybrać jedną lub wszystkie 16 funkcji diagnostyki stanu i obsługi w dwóch różnych opcjach zakupu. Wybór jest pomiędzy dostępem bez ograniczeń lub limitowanym (Function & Use). W przypadku użytkowania limitowanego cena zakupu jest znacznie niższa. Opłata bazuje na zasadzie „dodatkowanie konta użytkownika”. Przyrząd w sposób automatyczny zmniejsza kwotę dostępną na koncie wraz z przeprowadzeniem pomiaru. Tym sposobem koszty są zależne od liczby przeprowadzonych pomiarów. Konto zwiększa się o zakupioną kwotę w momencie wgrania do przyrządu pliku otrzymanego od dystrybutora po złożeniu zamówienia. Podobne rozwiązania z tzw. Otwartą konfiguracją zastosowała firma SKF w najnowszej wersji Analizatora Microlog.

Przyrząd SKF Microlog Analizer AX jest przenośnym urządzeniem przeznaczonym do zbierania danych oraz analizowania FFT. Jako podstawowe cechy przyrządu wymienia się szybkie gromadzenie szerokiego zakresu danych poprzez równoczesny pomiar trójosiowy lub czterokanałowy. W konstrukcji przyrządu uwzględniono kolorowy wyświetlacz VGA o przekątnej 6,4". Istotną jest również współpraca urządzenia z programem SKF @ptitude przeznaczonym do analizy i raportowania. Oprogramowanie tego typu dostępne jest

w wersji przeznaczonej zarówno dla pojedynczych użytkowników, jak i do obsługi sieciowej. Specjalny moduł programu jest w stanie zapewnić komunikację, np. z systemami zarządzającymi utrzymaniem ruchu. Istotne jest, że przyrząd wyposażono w aplikacje modułowe, dzięki czemu możliwe jest dostosowanie funkcjonalności ściśle do wymagań użytkownika. Model AX-M jest urządzeniem czterokanałowym/dwukanałowym lub wykonującym równoczesny pomiar trójosiowy. Istnieje możliwość rozbudowy modelu AX-M do modelu AX-S lub AX-F. Pozostałe moduły to:

- model AX-S – zawierający wszystkie funkcje modelu AX-M, z zainstalowanym modułem do testu uderzeniowego (*Bump Test*) i modułem zapisu przebiegu czasowego (*Data Recorder*),
- model AX-F – stanowi zwiększenie możliwości dzięki zainstalowaniu modułów *Run up Coast down* (RuCd), *Frequency Response Function* (FRF) oraz *Check to Conformance*.

Warto również zwrócić uwagę na oprogramowanie SKF@ptitude Analyst. Dzięki niemu użytkownik zyskuje szybkie, efektywne i bezpieczne przechowywanie danych oraz pełną analizę drgań badanej maszyny. Zbierane są sygnały drgań, a także zmienne procesów w zakresie od 10 CPM (0,16 Hz) do 4 800 000 CPM (80 kHz). Ocena stanu łożysk bazuje na obwiedni przyspieszenia *Acceleration Enveloping* (gE).

efector octavis:
Inteligentny
system
monitorowania
i diagnostyki
maszyn



- Monitorowanie maszyn online w przystępnej cenie
- Łatwe w obsłudze oprogramowanie do parametryzacji i diagnostyki
- Wewnętrzna pamięć trendów wszystkich mierzonych wielkości
- Wykonania kompaktowe i szafkowe
- Wyjścia przełączające i analogowe
- Interfejs Ethernet TCP/IP do zdalnego monitorowania
- Serwer OPC do integracji z nadrzędnymi systemami automatyki
- RTM - od czujnika do SAP



ifm electronic sp. z o.o.
ul. Kościuszki 175
40-524 Katowice
Tel.: +48 32 608 74 54
Fax: +48 32 608 74 55
www.ifm.com/pl/octavis



ifm electronic – close to you!

Pełna gama produktów do przenoszenia napędu



pod marką,
której ufasz.

Zapytaj
Autoryzowanego
Dystrybutora SKF
lub odwiedź naszą
stronę www.skfptp.com

Dostępny jest także moduł testu uderzeniowego Bump Test module. Ten rodzaj testu przeznaczony jest do pobudzania maszyny oraz mierzenia jej naturalnych częstotliwości. Dzięki niemu możliwe jest ustalenie, czy częstotliwości rezonansowe maszyny są odpowiedzialne za wzrost poziomu drgań lub hałasu. Interesujące rozwiązanie stanowi także moduł nagrywania. Sygnał z przetwornika połączonego do Microloga AX jest cyfrowo nagrywany i zapisywany jako plik WAV. Plik może być przesłany za pomocą poczty elektronicznej lub bezpośrednio do programu analizującego. Celem zwiększenia wielkości pamięci urządzenia istnieje możliwość użycia karty SD.

Moduł funkcji odpowiedzi Frequency Response Function Module ma za zadanie określanie właściwości mechanicznych struktur, czyli masy, sztywności oraz tłumienia, poprzez analizę modalną z użyciem kalibrowanego młotka. Pomiaru mogą być używane do obliczeń i animowania kształtów *Operating Deflection Shapes* (ODS).

Kompleksowe monitorowanie łożysk

Na rynku dostępne są systemy, które pozwalają na ciągłe monitorowanie stanu maszyn poprzez wykrywanie zmian temperatury i drgań. Systemy tego typu bazują na bezprzewodowej technologii wymiany danych. Pomiar parametrów przeprowadzany jest w dwóch osiach. Montaż odbywa się również na dwa sposoby – przy użyciu magnesu lub połączenia gwintowego. Specjalne oprogramowanie pozwala na konfigurację poziomów alarmowych. Do zwiększenia uniwersalności urządzenia przyczynia się możliwość wielu konfiguracji połączeń.

Korzyści wynikających ze stosowania tego typu urządzeń jest wiele. Jeżeli łożyska, koła zębate, czy też inne ważne punkty maszyny wykazują oznaki nadmiernego zużycia, dochodzi do wzrostu drgań i temperatury wybranych podzespołów. Stąd też system monitorujący ma za zadanie zarówno wykrywanie, jak i alarmowanie o przekroczeniu krytycznych wartości. Urządzenia tego



typu dobrze sprawdzają się w ciężkich warunkach nawet w przypadku najbardziej wymagających aplikacji. Zaleca wynikająca ze stosowania systemów monitorowania to również wcześnie ostrzeganie o potencjalnych awariach w maszynach. Dzięki oprogramowaniu dane szybko są analizowane, z jednoczesną możliwością ich archiwizowania. Warto również zwrócić uwagę na łatwą instalację i obsługę urządzenia, która nie musi być poprzedzona specjalistycznym szkoleniem z zakresu analizy drgań. Systemy monitorowania maszyn dobrze sprawdzają się przy diagnostyce silników, wentylatorów, skrzyń biegów, przekładni, łożysk, pomp itp. System zapewnia możliwość wczesnego zainicjowania działań korygujących i zapobiegawczych oraz eliminowania nagłego uszkodzenia podzespołu. Zmniejszana jest liczba awarii, a także drogich napraw i wydłużonych przestojów.

Jak zatem wygląda typowa architektura systemu? Składa się ona z wielu nadajników oraz przynajmniej jednego odbiornika/przekaznika. Każdy z nadajników stanowi w pełni niezależne urządzenie, które przewiduje własne zasilanie, a także układ elektroniczny i czujniki. Ważne jest, aby nadajnik przylegał bezpośrednio do maszyny. Dane dotyczące wielkości drgań oraz temperatury są przesyłane do odbiornika drogą radiową. Typowy odbiornik jest w stanie współpracować maksymalnie z 99 nadajnikami. Odbiornik podłączany jest do komputera. Za pomocą specjalistycznego oprogramowania zyskuje się możliwość wyświetla-



nia pomiarów w czasie rzeczywistym. Oprócz tego do funkcjonalności aplikacji komputerowej zaliczyć można uruchamianie alarmów z chwilą przekroczenia wartości progowych. Z pewnością przydatne rozwiązanie, w warunkach przemysłowych, stanowi możliwość przesyłania do wybranych osób wiadomości pocztowych lub SMS. W bardziej rozproszonych systemach odbiornik jest w stanie realizować funkcję przekaźnika. Sygnały w pierwszej kolejności są odbierane po to, aby przekazać je do kolejnego przekaźnika. Dochodzi w ten sposób do zwiększenia zasięgu działania systemu.

Przykładowy system (Status Check firmy Timken) przesyła dane w paśmie 2,4 GHz ISM przy zasięgu do 1 km (w otwartej przestrzeni). Częstotliwość wysyłania pomiarów może być parametryzowana z uwzględnieniem pięciu ustawień użytkownika. Poszczególne urządzenia systemu są w stanie pracować w temperaturze od -40°C do 230°C. Obudowa wykonana jest z tworzywa sztucznego o stopniu ochrony IP 67. Połączenie z komputerem bazuje na standardach RS-232, USB lub Ethernet.

Pomiar drgań cudzymi rękami

Pomiar drgań węzłów łożyskowych można przeprowadzić, korzystając z usług wielu obecnie istniejących na polskim rynku firm zewnętrznych. Na przykład firma WIBREM z Wrocławia (przedstawiciel niemieckiej firmy Pruftechnik) monitoring drgań przeprowadza w trybie on-line oraz off-line. Pomiar on-line wykonywane są za pomocą zainstalowanych na stałe systemów pomiarowych. W tym celu zastosowanie znajdują dwa systemy monitoringu firmy Pruftechnik. Pierwszy z nich, Vibrex, stanowi system nadzoru ciągłego urządzeń na miejscu pracy, zaś drugi, Vibronet, to rozwiązanie sieciowe, które przeznaczone jest do monitorowania dużej liczby rozproszonych urządzeń, cechujących się rozbudowanymi funkcjami. System Vibrex znajduje zastosowanie zarówno przy jedno-, jak i dwukanałowym monitoringu drgań i stanu łożysk tocznych. Drugi

z systemów, Vibronet, prowadzi monitoring oraz analizuje sygnały i prognozuje trendy.

Decydując się na skorzystanie z usług firmy zewnętrznej, pamiętajmy o kilku zasadach, które w dużej mierze przyczynią się do skuteczności przeprowadzonego monitoringu. Firma, która wykonuje usługę, powinna w pierwszej kolejności przeprowadzić analizę listy urządzeń objętych monitoringiem. Urządzenia mogą być podzielone z uwzględnieniem chociażby typu czy też odpowiedzialności. Powinna również zostać określona częstotliwość wykonywania pomiarów. Ważne pozostaje opracowanie charakterystyk technicznych badanych urządzeń z uwzględnieniem dokumentacji oraz oględzin. Dla zdefiniowanych typów urządzeń należy określić punkty pomiarowe, a także zakres wykonywanych pomiarów, czyli sumaryczny pomiar drgań łożysk, parametry stanu łożyska tocznego, współczynnik kawitacji, obroty, temperatura itp. Nie mniej ważne pozostaje zdefiniowanie progów wartości, które kwalifikują stan techniczny urządzenia. W następnej kolejności powinna powstać mapa urządzeń i punktów pomiarowych. Ostatni etap stanowi stworzenie bazy komputerowej, która zawiera mapę



Chroń swoje maszyny...

Czujniki, które ostrzegą Cię o podwyższonym poziomie drgań na ważnych maszynach i urządzeniach. Pozwolą zaplanować wcześniejszą naprawę i uniknąć kosztownych nieplanowanych postojów.

Hansford Sensors
Excellence in Vibration Monitoring

tel.: 12 410 67 47
biuro@hansfordsensors.pl
www.hansfordsensors.pl

Dbaj o instalację sprężonego powietrza

Przetworniki ciśnieniowego punktu rosy

Testo 6721/6740/6681/6781

zakres pomiarowy: $-90...+30^{\circ}\text{C}_{\text{tpd}}$
ciśnienie robocze: $P_{\text{max}}=50\text{bar}$
wyjścia analogowe: $4...20\text{mA}$



testo 6721



testo 6740



testo 6681



testo 6781

- ochrona instalacji oraz maszyn i urządzeń pneumatycznych przed korozją
- kontrola pracy osuszaczy kondensacyjnych i adsorbcyjnych
- zabezpieczenie jakości sprężonego powietrza
- zapewnienie jakości produkcji i oferowanych usług np.:
 - * przy produkcji półprzewodników
 - * w przetwórstwie tworzyw sztucznych
 - * motoryzacji
 - * lakierowaniu
 - * pakowaniu próżniowym

więcej informacji: www.testo.com.pl

Testo Sp. z o.o., ul. Czereśniowa 130, 02-456 Warszawa
tel. (022) 863-74-01

urządzeń i punktów pomiarowych, a także charakterystyki techniczne.

Na rynku oferowane są szkolenia, które mają na celu zaznajomienie uczestników z metodami diagnostyki łożysk tocznych. W pierwszej kolejności poruszane są zagadnienia związane z konstrukcją łożysk oraz ze zjawiskami, które zachodzą w związku z ich pracą. Uczestnicy szkolenia zapoznawani są z obciążeniami łożyska tocznego siłami zewnętrznymi, a także z obrazami drgań łożyska poprawionego i uszkodzonego. Istotną rolę odgrywają zagadnienia dotyczące metod diagnozowania łożysk. Chodzi przede wszystkim o przyspieszenie, współczynnik szczytu, SPM, BCU oraz współczynnik kurtozy. Podejmowane są również kwestie związane z widmem obwiedni, a w szczególności z modulacją sygnału uszkodzonego łożyska, obwiednią jako prezentacją demodulacji, częstotliwościami charakterystycznymi dla łożyska oraz widmem obwiedni typowych uszkodzeń łożysk. Uczestnicy szkolenia zapoznawani są także z wymaganiami stawianymi sprzętowi biorącemu udział w diagnostyce, doborem czujników, ich montażem, a także z właściwym doborem punktu pomiarowego.

Gdzie jeszcze diagnostyka drganiowa

Diagnostyka drganiowa cechuje się szerokim zastosowaniem w przemyśle. Przykładów w tym zakresie jest wiele. Może być ona użyta przy diagnostyce stanu dynamicznego napędów prądu stałego i przemiennego, stanu łożysk tocznych i ślizgowych w silnikach 6 kV i 0,4 kV, a także przy przeprowadzaniu procesów wyważania elementów wirujących i wizualizacji odkształceń drgań mechanicznych pracujących obiektów.

Na przykład diagnostyka stanu dynamicznego napędów prądu stałego i prądu przemiennego 6 kV i 0,4 kV (z oferty firmy Energotest Diagnostyka) obejmuje wykonanie kompleksowego sprawdzenia zarówno prototypów napędów elektrycznych, jak i tych, które pracują po awarii remoncie, czy też modernizacji. Wszystkie pomiary przeprowadzane są za pomocą odpowiednio zaprojektowanej i wykonanej płyty pomiarowej. Jej istotną cechą jest częstotliwość rezonansowa, która mieści się poza zakresem pomiarowym, używanym w wibroakustyce. Podczas pomiarów silnik zasilany jest z sieci lub napięciem regulowanym za pomocą układu Leonarda (dla napięć 6 kV i 0,4 kV). Przy pomiarach niejednokrotnie zastosowanie znajduje hamownica. Podczas badania wykonuje się przede wszystkim diagnostykę stanu dynamicznego, sprawdzanie występowania efektu miękkiej łapy, kontrolę stanu wyrównoważenia oraz ewentualne wyważanie. Przeprowadzane są także próby obciążeniowe, sprawdzenia biegu jałowego i obciążenia oraz zdejmowane są charakterystyki zwarcia. Wykonuje się również próby rewersowania i sprawdzenie stanu klatki wirnika.